

PAT-NO: JP02002214032A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002214032 A  
TITLE: ELECTRONIC SCALE  
PUBN-DATE: July 31, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KITAMOTO, KIYOTERU	N/A
NAGANE, YOSHIKAZU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
A & D CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001011135

APPL-DATE: January 19, 2001

INT-CL (IPC): G01G023/01, G01G019/52

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure the mass of a weighed body without calibration using internal and external weights.

SOLUTION: A measured value of the weighed body outputted from a weighting part 2 is outputted by a processing part 11 from a correction part 11 and corrected by using gravitational acceleration at the arrangement place of the electronic scale as a correction value, so that it is displayed as the mass at a display part 12. The correction part accurately finds the electronic scale arrangement place by a GPS reception part, finds the gravitational acceleration at the arrangement place of the electronic scale by a gravitational acceleration arithmetic part 6A with its latitude information and altitude

information, and corrects the measured value the processing part 11  
by using  
the gravitational acceleration as the correction value to find the  
mass.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 計量部で計測された秤量物の計量値を処理部を介して表示する電子秤であって、当該電子秤が配置されている地点における重力加速度を補正值として前記計量値を補正する手段が設けられ、当該補正手段は、GPSによる当該電子秤の配置地点を検出する手段と、検出された配置地点における重力加速度を求める手段とを有し、求められた重力加速度を補正值として前記秤量物の計量値を補正することを特徴とする電子秤。

【請求項2】 電子秤配置地点における緯度情報に基づく重力加速度データと、高度に対する重力加速度データを当該地点の固定的データとし、この固定的データにより重力加速度基準値を設定することを特徴とする請求項1記載の電子秤。

【請求項3】 固定的データとして前記電子秤配置地点における緯度情報に基づく重力加速度データ及び高度に対する重力加速度データに対し、当該地点のブーゲー異常値データを加え、当該地点のブーゲー異常値データを補正值として前記重力加速度基準値を補正して標準重力加速度データを得ることを特徴とする請求項2記載の電子秤。

【請求項4】 前記固定的データに加え、天体運行データ等時間の変化により重力加速度基礎値或いは標準重力加速度データに影響を与える時間変動データを取得する手段を設け、この時間変動データにより前記標準重力加速度データを更に補正して時刻補正重力加速度データを得、秤量物の秤量時に対応した時刻補正重力加速度データにより秤量物の計量値を補正するよう構成したことを特徴とする請求項2又は3に記載の電子秤。

【請求項5】 GPS受信部は電子秤内に組み込まれていることを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の電子秤。

【請求項6】 電子秤には接続手段が設けられ、接続手段を介して当該電子秤と別個に構成されたGPS受信端末が接続されるよう構成したことを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載の電子秤。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子秤に係り、特に自己の配置された位置や標高等を検出することにより秤の置かれた地点の重力加速度を得、これにより計測対象の質量を正確に測定するよう構成した電子秤に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子天秤と称される電磁平衡式秤量装置やロードセル式の秤量装置等に代表される電子秤は物体の重量を測定することによりその質量を得るよう構成されている。ここで、重量とは物体の質量に対して重力加速度が作用した結果得られる値であって、重力加速度が異なれば同じ質量が異なった重量として計測されることになる。

【0003】図4は重力の仕組みを示す。符号Eは概念的に示した地球であり、Sは極軸、つまり地球Eの回転軸である。この図において、地球Eの特定の地点P1における重力の作用は次のように説明することができる。Gは地球Eの中心に向かって作用する引力、符号CF1は極軸Sを中心として地球Eが回転することにより極軸Sに直交する方向に生じる遠心力であり、この地点P1において実際に重力として作用するのはこの引力Gと、遠心力CF1とのベクトルV1となる。このため、極点においては遠心力が作用せず物体には引力Gのみが作用する結果、この物体の重量は最も大きくなり、反対に回転半径が最大の赤道EQ上においては遠心力が最も大きく作用するため、物体の重量は最も小さくなる。

【0004】また、前記P1と同じ緯度の地点P2であっても、その地点が地上から離れていれば、その地点においては地表からの距離rの分だけ地球半径Rは大きくなったものとみなせる。物体と地球との引力は距離の2乗に比例して小さくなるため同じ質量の物体の重量は小さくなる。また地球中心との距離が大きくなるため、遠心力CF2は前記CF1よりも僅かながら大きくなり、従って引力Gと当該遠心力CF2とのベクトルV2は前記V1よりも僅かながら小さくなる。このことも、僅かではあるが質量の物体の重量は小さくなる容易となる。

【0005】上記の点を実際例で示せば次のとおりである。まず緯度について東京と札幌を例に考えると、東京の重力加速度は $9.798\text{ m/S}^2$ であり、また緯度が高く東京よりも遠心力の作用が少ない札幌の重力加速度は $9.805\text{ m/S}^2$ となる。この結果、例えば東京で $100.000\text{ g}$ の重量(質量)として表示されるものが、札幌では $100.071\text{ g}$ として表示されることになる。

【0006】また標高(高度)について考えると例えば地表における場合と、地表から $10\text{ m}$ 高い位置(建物の4階相当)における場合とを比較すると、この位置における物体は地球の実際の半径Rに $10\text{ m}$ を加えたものが地球の半径として考えることができる。これは、計算式は省くが、地表で正確に $200.00000\text{ g}$ のものが $10\text{ m}$ 高い位置ではその重量が $199.99937\text{ g}$ となることを意味する。なお、この説明では前記ベクトルV2は計算から除外している。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、その物体の位置する地点における重力加速度がそれぞれ異なるため、同じ質量を有する物体がその配置地点により異なる重量として計測されることになり、特に電磁平衡式秤量装置等の分解能の高い秤量装置では大きな問題となる。

【0008】この問題の解決のため、分銅を内蔵した秤量装置が提供されている。即ちこの内蔵分銅型の秤量装

置であれば、計測対象の物体と同じ重力加速度が内蔵分銅にも作用するため、この内蔵分銅を用いて秤を校正すれば、特定の対象物に対して地域差に関係なく、即ち重力加速度の大小に関わりなく常時同じ計量値(質量)を表示することが可能となる。

【0009】このように内蔵分銅を用いて校正する秤では基本的には質量の測定が可能となるわけであるが、問題点も少なからず有している。先ず、秤量装置内には内蔵分銅、及びこの内蔵分銅を計量部に対して加除するための機構、この加除機構を作動させるための駆動手段として電動モータ等が収納される結果、秤量装置全体が複雑化し、かつこれらの機構及び内蔵分銅の重量分装置全体の重量が増加する。

【0010】また、電磁平衡式の秤量装置等においては、電磁部に対して秤量物の荷重を伝達する加重伝達機構等が非常に微妙に構成されているため、前記加除機構作動時の振動、モータの発熱等が秤量装置の精度に悪影響をもたらすことになる。更に、内蔵分銅の経時的劣化、加除機構の磨耗等も秤量装置としての精度を経時的に低下させることになる。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の問題点を鑑み構成した電子秤であって、内蔵分銅を用いなくとも対象物の質量の計測が可能な電子秤であることを特徴とする。即ち、本発明は秤量装置が置かれている地点における重力加速度を求め、この重力加速度を補正值とし、重量として計測された計測値を補正することにより対象物の質量が得られるよう構成した電子秤である。

【0012】より具体的には、GPSにより秤量装置が配置されている地球上の位置、特に緯度を検出し、かつ要すればこの配置部の標高(以下「高度」とする)を検出し、検出された緯度及び高度から秤量装置配置部において作用する重力加速度を算出し、算出された重力加速度を補正值として、実際に計測された重量値を補正して計測対象の質量を表示するよう構成したことを特徴とする電子秤である。

【0013】また他の構成は、当該地点における重力加速度をより正確に算出するために、当該地点におけるブーゲー異常値、重量計測時の時刻データから天体運行に基づく引力、斥力のデータを前記重力加速度算出の補正值として用いるよう構成したことを特徴とする電子秤である。

【0014】

【発明の実施の形態】電子秤は、自己が内蔵するGPS(Global Positioning System)受信部により、或いはGPS機能を有する携帯端末等の外部端末により自己が配置されている位置、即ち地球上の緯度及び高度を検出し、この緯度データ及び高度データを記憶し、この緯度データ及び高度データから電子秤の配置された地点における重力加速度を算出する。この緯度データ及び高度デ

ータから求められる重力加速度は、地球を完全に等質の球体と考え、かつ地球以外の力を無視した場合に成立する値である。以下実施例も含めて緯度データ及び高度データから求められた重力加速度をその地点の「重力加速度基礎値」とする。

【0015】計量部で計測され秤量物の計量値(重量)は処理部に出力される。一方GPSの位置情報により電子秤の配置された地点の緯度及び高度から当該電子秤の配置された地点における重力加速度基礎値が算出される。この重力加速度基礎値に対してブーゲー異常値(詳細は後述する)等、その地点における特有のデータで重力加速度基礎値を補正することにより当該地点の標準重力加速度を求める。

【0016】前記標準重力加速度を補正值として、計量部から出力された重量値を補正してより秤量物の質量に近似した値を算出する。なお微量ながら、標準重力加速度は天体運行に伴う惑星、衛星等の引力、斥力等の影響を受けるため、より厳密には当該地点の標準重力加速度に対して更にこの天体運行等の時間により変化するファクターによってこの標準重力加速度を更に補正した値を得て、この値を重量の補正值として用いれば計量値(重量)をより正確に質量に近づけることができる。

【0017】

【実施例】以下本発明の実施例を図面を参考に具体的に説明する。図1において本発明に係る電子秤の構成例を示す。電子秤は電磁平衡式、ロードセル式等何れのものであっても、秤量物の荷重を計測する機構そのものは従来の構成と基本的には同じものである。本発明は計量部2で計量された秤量物の重量データを、補正部1において求めた重力加速度により補正することにより当該秤量物の質量を求めるよう構成したものである。

【0018】先ず補正部1の構成を説明すると、符号3はGPS受信部であり、このGPS受信部3は電子秤に内蔵されているが、この構成以外に、GPS機能を有する携帯電話、或いはナビゲーションシステムとして用いられるGPS受信機等、外部の装置3と接続して情報を取り込むように構成してもよい。

【0019】4はGPSにより取得した電子秤の配置地点の緯度情報を記憶する緯度情報記憶部、5は同様に電子秤の配置地点の高度(標高)情報を記憶する高度情報記憶部である。なお、GPSによれば前記緯度情報の他に経度情報も取得可能であるが、本発明の場合には重力加速度に影響するのは緯度のみであるため、基本的には緯度情報のみを取得する。

【0020】因みに、GPSでは3機の衛星にレンジングして三角交差法により自己の位置(経度、緯度)が算出でき、かつ4機以上の衛星にレンジングすれば自己の高度も算出することができる。なおGPSで高度情報が得られない場合、或いは信頼度が低い場合には、当該地点の地図データの標高等、他の情報源から得た高さデー

タ13を高度情報として直接高度情報記憶部5に出力してもよい。

【0021】6は補正值設定部である。本発明の場合には作用する重力加速度を、計測された重量に対する補正值として使用する点に特徴があるが、重量として計測された計量値には、空気密度に対応する浮力、電磁平衡式秤量装置の場合には電磁部の温度変化による電磁力の変化等、計量値を補正するファクターは複数あり（符号7で示す）、従来からこの種の補正は実行されている。本発明においても従来からの補正の実行は当然行われるので、以下補正值設定部6の重力加速度算出部6Aにおいて求めた重力加速度を用いた補正についてのみ説明する。

【0022】8は補助データ記憶部であって、前記緯度情報及び高度情報から得られる重力加速度の値を補正するためのデータ（後述する）が記憶されている。9はリセット手段である。電子秤が特定の場所に配置されれば、この地点における緯度情報と高度情報は電子秤を移動させない限り固定的である。換言すれば電子秤を移動した時は緯度情報記憶部4、高度情報記憶部5に記憶されたデータは使用不可となるので、この場合にはリセット手段9により前記緯度情報記憶部4、高度情報記憶部5に記憶されたデータをキャンセルし、GPS受信部3等を介して新たな緯度情報、高度情報を取得し記憶する。

【0023】以上のようにして得た重力加速度を補正值として計量部12から出力された計量データ（重量）を補正する。即ち、計量部2から出力された計量データはA/D変換部10を経て処理部11にデジタル出力され、この処理部11において重力加速度を補正值として計量値を補正し、秤量物の質量を表示部12に表示する。なお、ここに言う質量とは、重量である計量値を補正して、可能な限り質量に近似させた値を言う。因みに、後述するうように物体に加わる力は非常に複雑であり、物理学上厳密な意味での質量を計測することは非常に困難であるからである。

【0024】次に主として図2により補正值としての重力加速度を求める手段について説明する。図中符号Dは電子秤の配置地点における重力加速度を算出するためのデータを示す。このうち緯度に対する重力加速度データD1及び高度に対する重力加速度データD2はGPSに寄り取得した電子秤の位置情報から得ることが可能である。これら緯度に対する重力加速度データD1及び高度に対する重力加速度データD2は、地球Eを等質な球体と想定した場合に導き出される値であって、これらデータD1及びD2により得られた重力加速度を重力加速度基礎値14Aとする。この重力加速度基礎値14Aを補正值として計量部2から出力された計量データ（重量）を補正してもよいが、より正確にはこの重力加速度基礎値14Aを更に補正した値を用いるほうがより正確な補

正となる。

【0025】まず、地球そのものが等質な物体ではなく、このため地球上の重力加速度は、正確に考察すると必ずしも緯度に対応した値そのものではない。即ち地球上には前記重力加速度基礎値14Aから導き出される重量に対して、計測地点によって計測値がこの重量値に対して過大であったり、或いは反対に過少であったりする重力異常が少なからず生じている。この重力異常のうち最も影響の大きなものは計量地点の地下構造に由来するブーゲー異常であると考えられている。

【0026】ブーゲー異常は、地下に過剰な質量が存在すれば異常が正、即ちその地点における重力加速度が重力加速度基礎値よりも大きくなり、不足なら逆に重力加速度が重力加速度基礎値よりも小さくなる。このブーゲー異常は日本国内ではかなり精密に調べられている。大まかにいえば本州太平洋岸には負の異常がある。これは質量の大きい太平洋プレートが本州太平洋岸において沈み込んでいるため、この地域の質量が不足することが原因である。

【0027】一方東北日本は西南日本に比較して正の異常が目立つ。これは東北日本において密度の高いマントルがせり上がっており、マントルに比較して質量の小さい地殻が薄くなっていることに起因していると考えられている。何れにしても日本各地のブーゲー異常はかなり正確に判明しているので、この秤量装置配置地点のブーゲー異常データD3を前記重力加速度基礎値14Aの補正值として使用することにより秤量装置配置地点の標準重力加速度14Bを求める。なお、当然のことながら、日本に限らず、ブーゲー異常が正確に判明している地点においては、このブーゲー異常値を使用することにより正確な補正が可能である。

【0028】以上の緯度に対する重力加速度データD1、高度に対する重力加速度データD2及びブーゲー異常値データD3はその地点に特有のものであり、秤量装置の配置地点を移動させない限り変更不要の固定的なデータである（符号DSで示す）。この標準重力加速度データ14Bを補正值として秤量物の計量値を補正する。

【0029】次に、前記DSがその地点における固定的なデータであるのに対して符号DMは時刻等のパラメータによりその値が変化する変動データを示す。この変動データDMのうち最も大きなものは、月の運行、惑星の運行等の天体の運行により地球に作用する引力や斥力等の力である。

【0030】天体運行による力は時間の経過と共に変化するので、この時刻データD5を用いることにより計量時の天体運行データD4を得て、このデータD4を用いて前記標準重力加速度データ14Bを更に補正したデータ（「時刻補正重力加速度データ」とする）14Cを得て、このデータ14Cを補正值として前記秤量物の計量値を補正すれば補正された値はより一層秤量物の質量に近い

ものとなる。なお、この場合GPS受信部3によりGPS衛星に搭載されている原子時計から発信される極めて正確な時刻データを得ることができる。

【0031】図3は秤量物の計量値の補正の一例を示す。なおこの補正手順では時間をパラメータとする補正は行っていない。まず電子秤を起動させ（S1）、かつこの電子秤を前回の計量作業の後移動させたか否かを確認し（S2）、移動させていない場合には固定的データDS（図2参照）は変更がないため、計量（S8）を行った後、このデータを用いて直ちに計量値を補正（S9）する。

【0032】一方、電子秤の配置位置を変更した場合には、GPSにより新たな位置情報を得て（S3）、この位置情報により緯度に対する重力加速度データD1、高度に対する重力加速度データD2、及び必要であればブーゲー異常値データD3を更新し、これらの更新したデータを用いて、今までの標準重力加速度データ14Bを新しいデータに変更する（S4乃至S6）。秤量物の計量に当たっては、更新された標準重力加速度データ14Bにより計量値を補正し、補正された値を表示する（S7乃至S10）。

【0033】

【発明の効果】以上に示したように、本発明によれば電子秤が配置された地点の情報をGPSにより正確に得ることができるため、当該地点における正確な重力加速度を求めることが可能となり、従って、外部分銅による校正、或いは複雑加除機構、作動時の熱や振動、或いは劣化、磨耗等の経時的変化が問題となる内蔵分銅機構を用いることなく、秤量物の質量を求める事が可能となる。

【0034】また複雑な内蔵分銅加除機構がないため、電子秤全体を小型軽量化することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す電子秤のブロック図である。

【図2】GPSにより得られた電子秤配置地点の情報に基づく重力加速度を求める手段の構成を示すブロック図である。

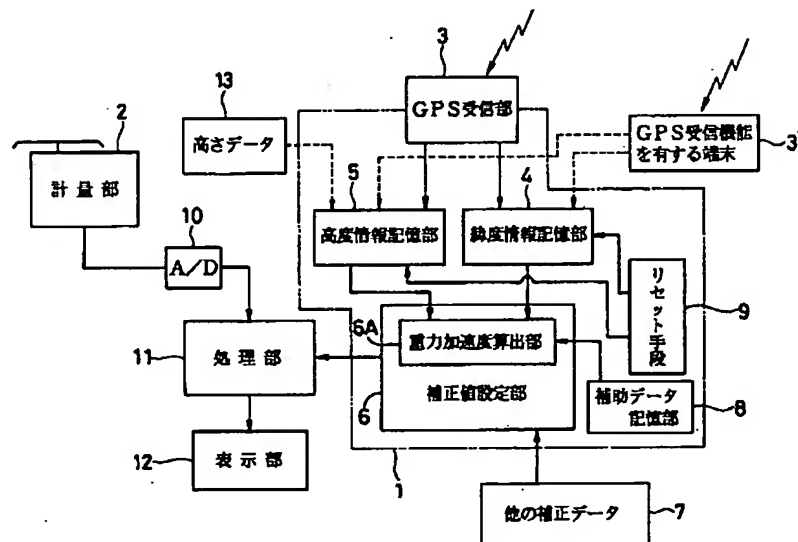
【図3】計量値の補正方法の一例を示すフロー図である。

【図4】地球上の所定の地点における重力加速度の状態を示す地球の模式図である。

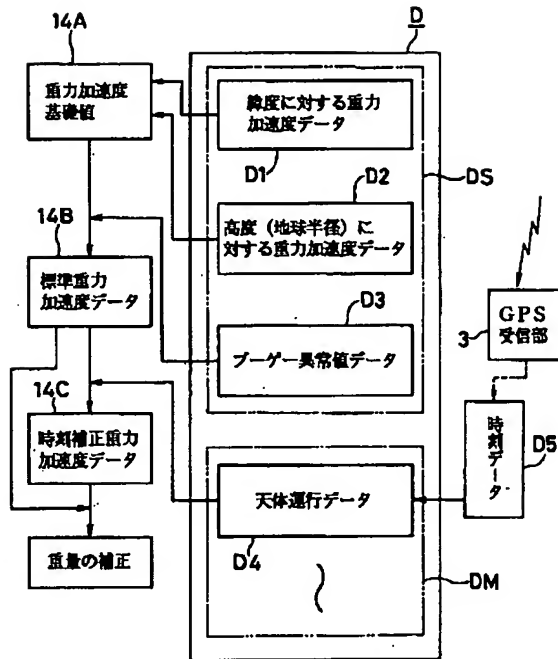
【符号の説明】

- 1 補正部
- 2 計量部
- 3 GPS受信部
- 4 緯度情報記憶部
- 5 高度情報記憶部
- 6 補正值設定部
- 6A 重力加速度算出部
- 11 処理部
- 12 表示部
- 14A 重力加速度基礎値
- 14B 標準重力加速度データ
- 14C 時刻補正重力加速度データ
- D1 緯度に対する重力加速度データ
- D2 高度に対する重力加速度データ
- D3 ブーゲー異常値データ
- D4 天体運行データ
- D5 時刻データ
- DS 固定的データ
- DM 時刻変動データ

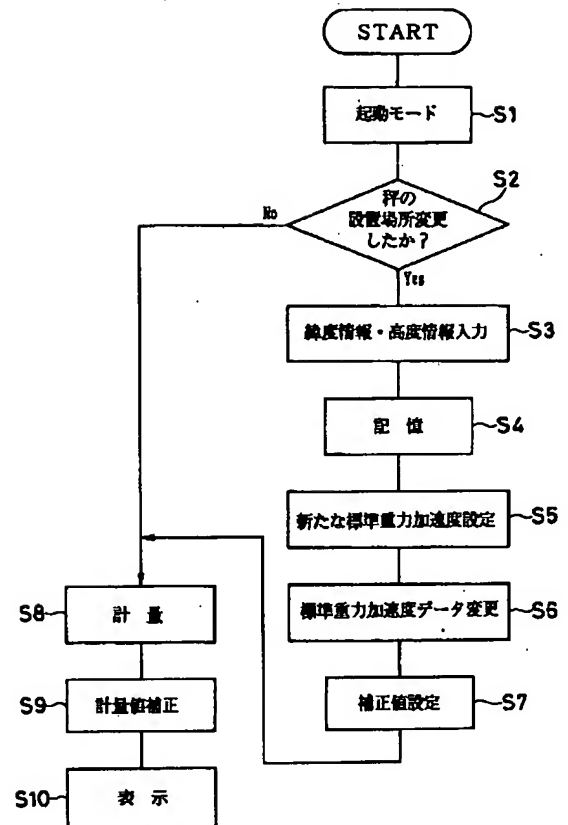
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

